

木材の用途判定に効果的な材質特性の選定

佐 道 健・坂 本 哲 也

Selection of wood properties effective for predicting the end-uses

Takeshi SADOH, Tetsuya SAKAMOTO

要 旨

未利用樹種の適正用途を見出すための合理的な材質評価システムの基礎資料を得るために、各種の文献資料から集録した材質、用途についてのデータ、及び測色色差計で測定した材色データを用いて、多変量解析の手法による用途判別を検討した。

まず、木材材質を表わす多くの特性間の相関に注目して、主成分分析によって特性をグループ化し、それぞれのグループの共通性をよく表わし、かつ測定が容易な特性として比重、明度、彩度、体積収縮率、横断面での収縮異方度、比曲げ強度、比せん断強度を代表的特性として選んだ。ついで、これらの特性を説明変数として用途に関して判別分析を行なった。

結果として、本法による用途判別は可能であるが、さらに判別効果を高めるために、装飾性、経済性などのデータが必要であることが明らかになった。

1. 緒 言

木材は材質の多様性に富む材料であり、これに応じた用途も広い範囲にわたっている。近年、いわゆる有用樹種の世界的枯渇に伴って、今までほとんど利用されていなかった樹種、用途が未知の樹種の利用が要求されるようになった。このような場合、ある樹種がどのような用途に適するかを判断することは重要である。

前報¹⁾ではこのような未利用樹種の適正用途を見出すシステムのための基礎資料を得る目的で、現在すでに用途及び材質が報告されている樹種について、文献資料に基づき、統計的手法を用いて用途とこれに経験的に利用されている樹種の材質との関係を解析した。この解析を通じて、現在文献などに記載、報告されている多くの特性については、特性間に相関が高いものがあるが、これらの特性のうち適正用途の予測に最も適した特性を選び出すことによって、少数の特性についての値を測定するだけで適正用途の判定が可能であることを明らかにした。

本研究は上記の研究をさらに発展させ、木材の数多くの特性を相互の相関に注目して整理し、用途判定に適した代表的特性の選出を試みたものである。ここで統計的手法として主成分分析を用い、さらに結果の判断には一部の用途について判別分析を行なった。

2. 基 礎 資 料

前報¹⁾で用いた内外332樹種に関する材質及び用途に関するデータを中心に解析を行なった。

2.1 材質特性

前報で用いた31項目の材質に形質商及び材色（色相，明度，彩度）を加えたものの中から，データの分布の型が大きくひずんでいるもの，欠損値の多いもの，及び広葉樹材特有の組織に関するものなど，以下の解析に適しない特性を除き，解析に供した。用いた特性を表1に示す。

Table 1. Wood properties used for analysis

Abbr.	Property	Abbr.	Property	Abbr.	Property
SG	Specific gravity	IB	Impact bending,	HUE	Hue
MV. V	Movement, volume		work to failure	VAL	Value
MV. A	Movement, anisotropy	BW	Work to maximum load	CHR	Chroma
	in trans. directions		in bending	SBE	BE/SG
COL	Color, visual depth	HS	Hardness, side	SBS	BS/SG
BE	Bending elasticity	DUR	Durability	SCS	CS/SG
BS	Bending strength	DRY	Drying rate	SSS	SS/SG
CS	Compressive strength	SHK. T	Shrinkage from green,	SCP. T	CP. T/SG
SS	Shearing strength		tangential	STS. T	TS. T/SG
CP. T	P.L. stress in trans.	SHK. R	Shrinkage from green,	SBW	BW/SG
	compression		radial		
TS. T	Tensile strength in	CUT	Cutting resistance		
	trans. direction	ABR	Abrasion		

ここで形質商は木材実質の力学的性質の指標として導入したもので，力学的特性値を比重で除いたものである。また，材色は日本木材加工技術協会製及び CTFT 製の木材標本について当研究室で測色色差計（日本電色工業製 Z-1001 DP）を使用して測定した値と文献値^{2),3)}，計150樹種のデータで，そのうち131残種については3サンプル以上の測定値がある。これらの値は佐道⁴⁾の級区分法(1)に従って9段階に級区分した。

解析に用いた数値はいずれの特性についても級区分したときの級の値である。

2.2 用途

前報の解析で用いた56項目の用途のうち材質要求が異質である複数の樹種群を含む総括的用途を除いたものの中から，全体で60樹種以上が利用されている用途を選んだ。

3. 解 析

3.1 主成分分析

主成分分析は多変量解析法の一種で，互に相関のある多種類の特性で表現される情報を，互に無相関の少数個の総合特性（主成分）に要約する統計的手法である^{5),6)}。これは個々の樹種について測定された p 種類の特性値 $x_j (j=1, 2, \dots, p)$ を p 個の主成分 $z_k (k=1, 2, \dots, p)$ に座標変換する手法で，数学的に以下の条件を満足するように定める。

$$z_k = \sum_{j=1}^p l_{kj} \cdot x_j \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$\sum_{j=1}^p l_{kj}^2 = 1 \quad \dots\dots\dots(2)$$

主成分の特徴は

(1)各主成分は互に無相関である。

(2)主成分 z_k の分散は固有値 λ_k で、 λ_k の大きい順に第1主成分 z_1 、第2主成分 z_2 、 $\dots$ となる。

(3)主成分の分散の総和(総分散)は p で、 z_k の分散の総分散に対する割合 λ_k/p は寄与率と呼ばれ、第 m 成分までの累積寄与率は $\sum_{k=1}^m \lambda_k/p$ である。

(4)各主成分 z_k と元の特性 x_j の相関係数は因子負荷量と呼ばれ、これを2乗して j について加えると λ_k になる。

一般に特性の数 p が多いとき $m < p$ の m 個の主成分まで求める。 m を決める基準は累積寄与率が80~90%に達したとき、または固有値が1未満になったときである。

以上のことからわかるように主成分分析は、木材の樹種特性のように多数の特性によって表わされる場合に、相互に相関の高い特性を相関の高さに応じて重み付け平均して、互に相関のない少数個の総合特性に要約する手法である。

3.2 判別分析

判別分析も多変量解析法の一つで、複数のグループが混在する母集団から無作為に抽出した標本について、その所属グループを推測するための統計的手法である^{5),6)}。あらかじめ所属グループが既知の標本について説明変数 $x_i (i=1, 2, \dots, q)$ を観測しておき、これから判別に有効な関数すなわち判別関数

$$y = \sum_{i=1}^q v_i \cdot x_i \quad \dots\dots\dots(3)$$

を得る。ここで v_i は係数である。この式を用いて、所属不明の標本についての観測値 $x_1 \sim x_q$ から判別得点 y を算出し、適切な判別基準を適用して所属グループを知る。

本研究の場合は、特定の用途に利用し得るか否かの判別を行なうこととし、説明変数には主成分分析の結果得られた代表的特性を選んだ。

3.3 計算

上記の解析には京都大学大型計算機センターの FACOM M382 を使用し、プログラムは同センターの統計パッケージ SPSS を用いた。

4. 結果と考察

4.1 代表的特性の選出

ここで用いたデータは資料によって内容に精粗があるため、欠損値が含まれる。しかも樹種によって欠損値の含まれる特性が異なるので、欠損値を1個でも含む樹種を除くと解析に使用できる樹種が極端に減少する。そこで、すべての組合せの特性ペア毎に相関係数を求めて相関行列を作成し、この相関行列を基にして主成分分析を行なった。

本研究では特性の組合せを変えた二つの特性群について主成分分析を行ない、得られた結果を基に特性を分類した。ついで、各主成分について因子負荷量の大きさ及び測定の容易さを考慮して代表的特性を選んだ。このようにすれば、相互に相関の低いいくつかの特性が代表的特性として選べる。

(1) 特性群 I (Case I)

まず形質商を除く次の22特性について主成分分析を行なった。

SG, MV.V, MV.A, COL, BE, BS, CS, SS, CP.T, TS.T, IB, BW, HS, DUR, DRY, SHK.T, SHK.R, CUT, ABR, HUE, VAL, CHR

Table 2. Principal component analysis (Case I)

	Principal component				
	z_1	z_2	z_3	z_4	z_5
Eigenvalue	11.708	2.975	1.693	1.253	1.028
Contribution ratio (%)	53.2	13.5	7.7	5.7	4.7
Cumulative contribution (%)	53.2	66.7	74.4	80.1	84.8
Property	Factor loading (FL)				
SG	0.955°	-0.080	0.054	0.087	0.028
ABR	-0.933°	0.025	-0.035	-0.060	-0.027
BS	0.918°	-0.047	0.036	0.266	-0.030
CP. T	0.904°	0.109	0.290	-0.036	-0.157
BW	0.892°	0.206	0.167	0.090	-0.123
CS	0.880°	-0.226	0.059	0.186	0.035
SS	0.856°	-0.060	0.195	0.079	-0.089
TS. T	0.854°	0.485	0.124	-0.305	-0.165
CUT	-0.827°	0.084	-0.149	0.020	-0.015
HS	0.826°	0.160	0.180	-0.038	0.135
BE	0.810°	-0.052	-0.154	0.355	-0.001
DRY	-0.788°	0.122	-0.108	0.093	-0.226
IB	0.732°	0.303	0.096	0.053	0.163
DUR	0.323	-0.734°	0.277	0.056	0.221
VAL	-0.445	0.713°	0.305	0.340	-0.121
CHR	-0.220	-0.324	-0.194	0.789°	-0.068
MV. A	-0.301	0.427	0.061	0.116	0.849°
MV. V	0.585 *	0.546 *	-0.346	0.105	0.004
COL	0.584 *	-0.465	0.091	-0.315	0.120
SHK. R	0.675 *	0.202	-0.614 *	-0.117	-0.128
SHK. T	0.560 *	0.412	-0.616 *	-0.062	0.169
HUE	-0.399	0.649 *	0.569 *	0.073	-0.068

° $|FL| \geq 0.7$, * $0.7 > |FL| \geq 0.5$

得られた結果のうち、固有値が1以上の第5主成分(z_5)までの主成分の固有値、寄与率、累積寄与率、各主成分に対する各特性の因子負荷量を表2に示す。この表で特性は因子負荷量の大きさ、すなわち各特性と主成分の相関に応じて分類してある。

表2に示した累積寄与率の値から、全体の分散の84.8%が第5主成分(z_5)までで説明される。ここで第1主成分(z_1)での累積寄与率が53.2%と大きいのは、SGと相関の高い特性が多いためである。また、第4、第5主成分(z_4 , z_5)では固有値がほぼ1に近いので、これらの主成分に

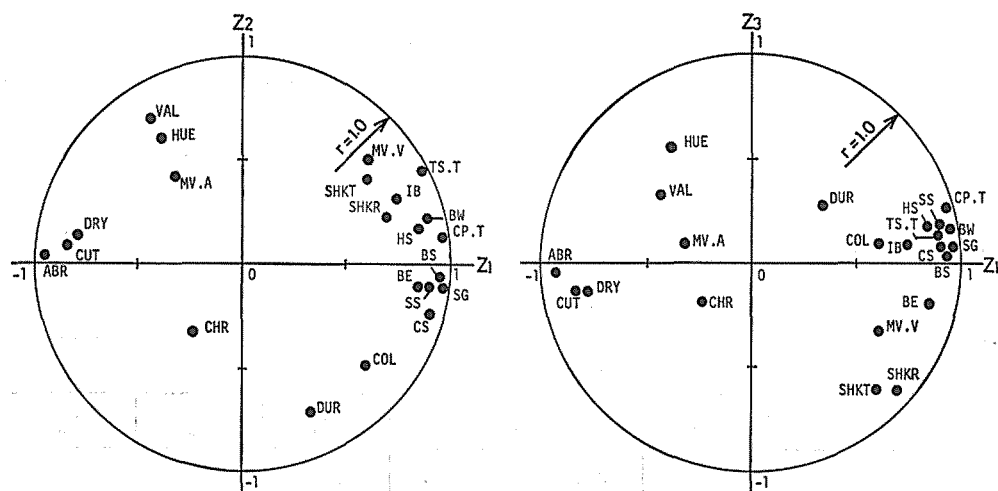


Figure 1. Relation between principal components (z_1, z_2, z_3) and loading factors for wood properties (Case I). Abbr. see Table 1.

大きく関与している特性はそれぞれ1個になっている。

これらの結果を基に z_1 - z_2 座標及び z_1 - z_3 座標上に各特性の因子負荷量をプロットした散布図を図1に示す。

Case I の結果では、 z_1 に正に大きく関与している特性として SG と BE, CS などの力学的特性が挙げられ、負に関与しているものとして ABR, CUT, DRY が挙げられる。これらの特性はいずれも木材の実質率に関係するものである。次に z_2 に大きく影響を与えている特性としては VAL, DUR が挙げられ、共通する要因としては抽出成分が考えられる。このケースでは z_3 に対しては特に寄与が大きい特性はない。 z_4, z_5 ではそれぞれ1個ずつの特性, CHR と MV.A が大きく影響している。また, MV.V は z_1, z_2 に, SHK. T, SHK. R は z_1, z_3 に, HUE は z_2, z_3 にそれぞれほぼ同程度に寄与している。

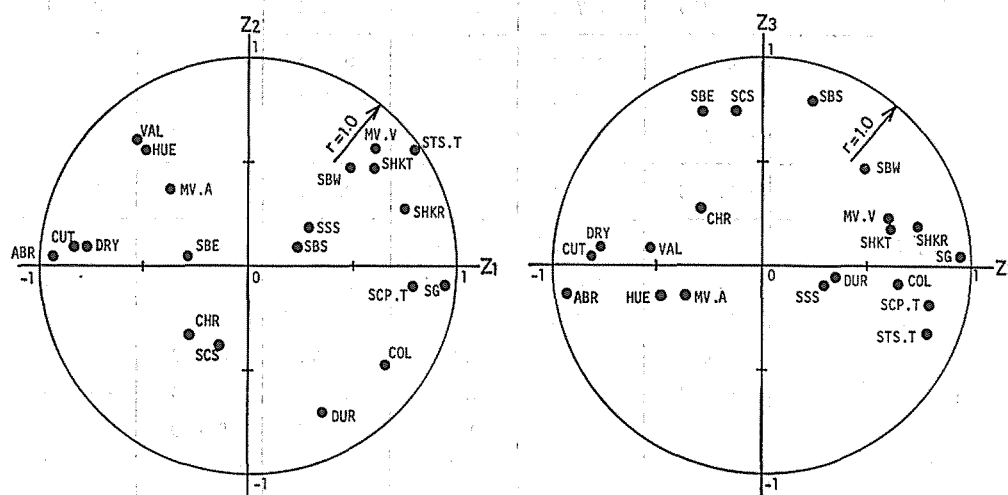


Figure 2. Relation between principal components (z_1, z_2, z_3) and loading factors for wood properties (Case II). Abbr. see Table 1.

(2) 特性群 II (Case II)

上に述べたように, Case I では SG と相関の高い特性が多く含まれていたのて, 次に SG との相関係数の絶対値が0.7以上の特性を除き, この代りに7個の形質商を加えて主成分分析を行った。用いたのは次の20特性である。

SG, MV. V, MV. A, COL, DUR, DRY, SHK. T, SHK. R, CUT, ABR, HUE, VAL, CHR, SBE, SBS, SCS, SSS, SCP. T, STS. T, SBW

得られた結果を Case I と同様に表3及び図2に示す。ただし, 表3では固有値が1以上の第

Table 3. Principal component analysis (Case II)

	Principal component					
	z_1	z_2	z_3	z_4	z_5	z_6
Eigenvalue	6.924	3.108	2.498	1.835	1.265	1.047
Contribution ratio (%)	34.6	15.5	12.5	9.2	6.3	5.2
Cumulative contribution (%)	34.6	50.2	62.7	71.9	78.2	83.2
Property	Factor loading (FL)					
SG	0.906°	-0.091	0.029	-0.011	-0.229	0.105
ABR	-0.905°	0.034	-0.133	0.013	0.289	-0.049
CUT	-0.820°	0.091	0.010	-0.073	0.302	-0.036
DRY	-0.795°	0.092	0.068	0.023	0.354	0.117
STS. T	0.765°	0.558 *	-0.330	0.103	0.239	-0.244
SCP. T	0.755°	-0.098	-0.181	0.410	-0.038	0.240
SHK. R	0.718°	0.269	0.180	-0.396	0.310	0.094
DUR	0.315	-0.732°	0.041	0.212	-0.186	-0.021
SBS	0.201	0.068	0.838°	0.250	-0.004	-0.078
SBE	-0.300	0.046	0.791°	-0.170	0.039	-0.201
SCS	-0.121	-0.391	0.754°	0.135	-0.076	-0.239
CHR	-0.268	-0.304	0.271	-0.019	0.056	0.829°
MV. V	0.565 *	0.567 *	0.269	-0.266	-0.016	0.176
VAL	-0.540 *	0.634 *	0.097	0.275	-0.283	0.216
SHK. T	0.582 *	0.452	0.166	-0.519 *	0.090	0.062
COL	0.621 *	-0.469	-0.057	0.079	0.047	-0.110
HUE	-0.481	0.595 *	-0.108	0.451	-0.329	-0.045
SSS	0.263	0.184	-0.088	0.657 *	0.499	0.013
MV. A	-0.363	0.354	-0.140	-0.235	-0.516 *	-0.054
SBW	0.475	0.488	0.453	0.468	-0.009	0.049

°|FL|≥0.7, * 0.7>|FL|≥0.5

6主成分 (z_6) まで示してある。

ここでは z_1 には SG, ABR, CUT, DRY, STS. T, SCP. T, SHK. R が寄与している。このうち STS. T, SCP. T は SG と相関が高く, CP. T, TS. T が SG の 2 乗と相関が高いことを示唆している。繊維直角方向の力学的性質に及ぼす多孔構造の効果⁷⁾ から考えて, これらの性質では実質率の他に細胞壁厚や細胞の配列様式などの構造因子が関与していることによるものと思われる。 z_2 では DUR が大きく寄与し, VAL, HUE がこれに次いでいる。Case I と同じように抽出成分が関係しているものと思われる。 z_3 は SBS, SBE, SCS のように細胞壁自体の力学的性質が大きく寄与している。 z_4, z_5 に対しては大きく寄与している特性が少なく, これらの主成分の特徴ははっきりしない。これに対して z_6 はほとんど CHR だけによって決まる主成分である。

Table 4. Classification of wood properties to discriminate the end-use

Group	Index property	Properties included	Relating nature	Note *
1	SG	SG, BE, BS, CS, SS, TS. T, BW, IB, HS, DRY, CUT, ABR, SCP. T, STS. T	Solid volume	I - z_1 , II - z_1
2	VAL	COL, DUR, HUE, VAL	Extractives	I - z_2 , II - z_2
3	MV. V	MV. V, SHK. T, SHK. R	Dimensional change	I - z_4 , II - z_6
4	SBS	SBS, SCS, SBE	Mechanical property of cell-wall	I - z_3
5	CHR	CHR	?	I - z_3
6	MV. A	MV. A	Anisotropic shrinkage	
7	SSS	SSS	?	

* I: Case I, II: Case II

以上の二つのケースについての主成分分析の結果を総合して, 解析に用いた26特性を表4に示すようにグループ分けし, それぞれの代表的特性を選んだ。この表には4個のグループと3個の特性が示されている。SGで代表されるグループは木材の実質率に支配される特性, VALで代表されるグループは恐らく抽出成分に支配されると思われるグループで, 代表的特性としてDURを選ぶ方がよいかもしれないが, 量的に評価しやすいVALを選んだ。MV. Vで代表されるグループは寸法変化に関係する特性, SBSで代表されるグループは細胞壁自体の力学的性質を示す特性を含んでいる。CHR, MV. A, SSSはいずれのグループにも属さない特性で, CHRは他の特性からほぼ独立しているが, MV. A, SSSは他の特性とある程度の相関がある。

4.2 用途の判別

3.2で示した判別関数の説明変数として, 4.1で選んだ代表的特性を使って用途についての判別分析を行なった。対象としたのは2.2に示した基準を満足し, しかも代表的特性に関して欠損値のない樹種を多数含む用途で, フローリング, 高級建具, 及び箱・包装である。

説明変数としては表4に示す7個の代表的特性の他にSGの2乗SG2を加えた。これは4.1(2)で述べたようにSGの2乗と相関が高いと考えられる特性がある他, SGの2次式の形となり, SGに関する材質要求で中級値を求める場合に対応することができるからである。また, 解析に用いたプログラムでは変数の組合せのうち最適の判別効果が得られるものを選択されるので, 必ずしも用意したすべての変数を含む判別関数が求められるわけではない。

以下, フローリング, 高級建具, 及び箱・包装用材について解析した結果を示す。表5に利用,

Table 5. Property means on both used and unused species for proper end-uses

Property	Flooring		High class joinery		Box & crates		Total
	Used	Unused	Used	Unused	Used	Unused	
SG	5.65	3.81	5.14	4.29	3.26	5.02	4.55
MV.V	5.07	5.01	4.49	5.28	4.81	5.12	5.03
MV.A	4.67	5.72	4.51	5.65	6.19	4.98	5.30
VAL	4.33	5.87	4.31	5.66	6.32	4.86	5.25
CHR	5.35	4.89	5.74	4.78	4.97	5.11	5.07
SBS	5.37	5.16	5.34	5.20	4.94	5.36	5.24
SSS	5.20	5.14	5.29	5.11	5.06	5.20	5.17

Table 6. Canonical discriminant function coefficients for und-uses

Variables (Property)	Flooring	High class joinery	Box & crates
SG	—	-1.544	1.302
MV.V	-0.193	0.338	—
MV.A	0.132	—	-0.152
VAL	—	0.255	-0.136
CHR	0.168	-0.246	—
SBS	—	—	—
SSS	—	—	—
SG2*	-0.0869	0.129	-0.0798
Constant	-1.190	2.248	-2.556
Mean score			
Used	1.04	-0.94	-1.08
Unused	-0.70	0.41	0.40

* SG2: Square of SG

非利用両樹種群ごとに各代表的特性の平均を、表6には得られた判別関数の係数 v_i 及び両樹種群それぞれの判別得点 y_i の平均を示す。また、図3に両樹種群についての判別得点のヒストグラムを示す。この図で利用群は上側、非利用群は下側に示してある。

(1) フローリング

フローリング用材として利用されている樹種群と非利用群の間では、表5に示すように SG, VAL, MV.A の群内平均値に大きい差が認められる。これは前報¹⁾ で述べた重硬で耐朽性のある樹種が選択的に利用されているという結果と一致する。

判別関数では表6に示すように MV.V, MV.A, CHR, SG2 が判別効果の高い説明変数として選ばれている。ここで SG でなく SG2 が選ばれたのは、とくに SG が大きい級での SG の寄与が大きいことを示している。判別得点の平均値は利用群が1.04, 非利用群は-0.70である。図

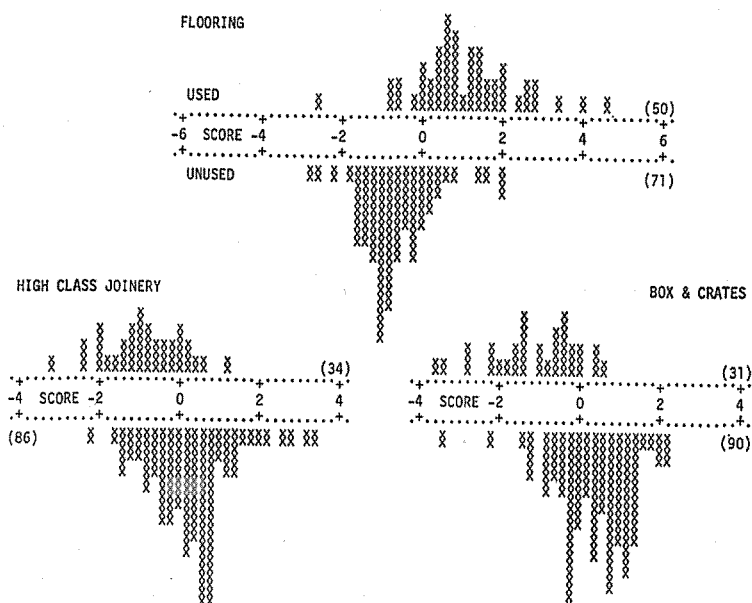


Figure 3. Histogram of discriminant score in proper end-uses. (Number of species in brackets)

3 から両群は重なる部分があるが、判別得点 $y > 0.5$ に利用群, $y < 0.5$ に非利用群がほぼ分布していることがわかる。この結果, $y > 0.5$ の非利用群の樹種はフローリングとして利用できる可能性がある。 y がとくに大きい樹種 ($y > 1.0$) としては septir ($y = 1.34$), berlinia (1.62), sterculia (1.97), teraling (2.09) などが挙げられる。

(2) 高級建具

前報¹⁾の結果によれば、高級建具用材には比重、力学的性質、及び濃淡の中程度の級に属する樹種が選択的に利用されている。表5は利用群と非利用群の間で、SG, MV. V, MV. A, VAL, CHR の群内平均値に大きい差があることを示している。

判別分析の結果では、表6に示すように SG, MV. V, VAL, CHR, SG2 が判別効果の高い説明変数として選ばれている。判別得点の平均は利用群が -0.94 , 非利用群が 0.41 である。図3からわかるように両群の分離はあまり良くないが、 $y = 0.5$ 付近を境に正の方向に非利用群、負の方向に利用群が分布する。説明変数として SG と SG2 が選ばれているので、SG に関しては2次式になる。これらの係数の値から、SG が6の級付近で極小値となり、中比重の樹種がよく利用されていることと一致する。

この解析結果では $y < 0$ の非利用群の樹種は高級建具に利用可能であるが、いま y がとくに小さい樹種 ($y < -1.0$) にはイチイ ($y = -1.04$), kotibe (-1.19), red wood (-1.17), berlinia (-1.40), kamerere (-1.40), movingui (-2.15) などが挙げられる。

Vaughan⁸⁾によれば高級建具用材の主要選択条件として装飾性と触感が良いことが挙げられている。したがって上記の非利用樹種も装飾性の良好なものは高級建具として利用可能であろう。また、上に述べたようにこの結果で両群の分離がフローリングに比較して良くないのも、装飾性などのデータが本研究での解析に取り入れられていないことに原因の一つがあると考えられる。

(3) 箱・包装

箱・包装用材として利用される樹种群と非利用群の間では、表5に示すようにフローリングと同様、SG, VAL, MV. A に差が認められる。しかし、フローリングとは正負が逆になっている。

これは前報¹⁾で示した、比較的軽軟、淡色、加工容易で、耐久性は要求されないという結果と一致する。

判別関数では表6に示すようにSG, VAL, SG2が説明変数として選ばれている。判別得点の平均は利用群が-1.08, 非利用群が0.40である。図3に示した分布図では両群の分離はフローリング程は良くないが、 $y = -0.2$ 付近を境に正の方向に非利用群、負の方向に利用群が分布している。

この結果から、箱・包装に使用可能と考えられる $y < -1.0$ の樹種として、ヒノキ ($y = -1.23$), ヒメコマツ (-1.23), サワグルミ (-1.24), jeltong (-1.36), コウヤマキ (-2.10), balsa (-3.65)が挙げられる。これらの樹種の中にはヒノキ, balsaのように箱・包装用材として利用可能であるが、経済性からみて別に有用な用途があり、通常の資料に箱・包装用材として挙げられることのないものが含まれる。また、Vaughan²⁾によれば箱・包装用材の要件として臭気、樹脂がないことが示されているので、判別分析における説明変数としてこれらの特性を加味するならば、さらに分離のよい判別結果が得られるものと思われる。

以上の解析を通じての問題点として、判別分析したい用途に利用されている樹種数が少ない場合には効果的な解析ができず、また、データに欠損値が含まれている場合は解析不能であることにより、解析に供しえた用途が制限されたことが挙げられる。本報告では説明変数として用いた特性のデータがすべて揃っている樹種をかなりの数含む用途は限られており、上述のフローリング、高級建具、箱・包装だけが解析の対象となった。

この3種の用途についての判別分析の結果、フローリングではここで用いた特性によってほぼ満足に判別できたのに対して、高級建具では主要な用途選択条件としての装飾性が、箱・包装用材では経済性が十分に考慮されず、判別は不十分なものであった。このことから説明変数として装飾性や経済性についての有効な指標を加えることができるならば、より適切な判別が可能になると考える。しかし、これらは数量化が困難な特性であり、今後このような特性の数量化が必須のものになるであろう。

5. 結 論

本研究の結果から、主成分分析により特性をグループ化し、各グループを代表する特性によって用途の判別分析を行なう場合、次のような条件が満されるならば十分良い結果をもたらすことが示唆された。この条件は広範囲の基本的材質に関するデータが蓄積されることである。

ここで用いた資料では繊維方向の力学的性質については比較的整ったデータが得られているが、繊維直角方向の力学的性質のデータは少ない。また、組織の形態、配列、及び抽出成分についても記述が主であって、この種の解析には利用し難い。今後、これらのデータの解析に利用しやすい形での充実が望まれる。また、装飾性や経済性なども数量化することができるならば、これらを組入れることによって、より適切な判別が可能になると考えられる。

本研究を行なうに当り多くの助言を賜った京都大学農学部中戸莞二教授に深く感謝いたします。

文 献

- 1) 佐道 健, 川上博史: 木材の用途と統計的にみたこれに利用される木材の材質, 京大農演林報, No. 54, 217 (1982)
- 2) 相川光夫, 中村 弘, 相沢 正: 透明塗装木材の色について, 14 (10), 122 (1975)

- 3) 相川光夫, 智田俊雄: 木材の測色に関する研究 (I), 製科研報, No. 93, 37 (1981)
- 4) 佐道 健: 木材の量的特性の級区分に関する一考察, 京大農演林報, No. 52, 221 (1980)
- 5) 奥野忠一, 久米 均, 芳賀敏郎, 吉沢 正: 「多変量解析法」, 日科技連 (1976)
- 6) 柳井晴夫, 高根芳雄: 「多変量解析法」, 朝倉書店 (1977)
- 7) 大釜敏正: 「木材の複合構造と粘弾性に関する研究」, 京都大学学位論文 (1975)
- 8) C. L. Vaughan: Variations in some grading standards, Paper presented at IUFRO (1965)

Résumé

This paper deals with a process to find the suitable end-use for less-known species by use of fewer qualitative indices. From the quality data of 332 species, 29 wood properties were classified to four property groups and three independent properties based on the correlation among the properties by means of a principal component analysis. Each group consists of the properties governed by the same factors. They are specific gravity, volumetric movement and its anisotropy in transverse directions, value and chroma as color characteristics, specific bending strength, and specific shearing strength. A discrimination analysis was applied on such end-uses as flooring, high class joinery, and box and crates, where the selected properties mentioned above were used as the discriminating variables. The results indicate that discrimination whether a certain species is suitable for the proper end-use can be achieved by this method. Better judgement will be expected, however, if additional data for decorative properties and informations on economic situation are available.